

**CHRONOLOGIE DE LA REPRODUCTION ET CYCLE DE
DEVELOPPEMENT DES GONADES CHEZ *BARBUS CALLENSIS*
VALENCIENNES, 1842
(PISCES, CYPRINIDAE) DE TUNISIE.**

par

Mohamed Mejdeddine KRAIEM

Laboratoire d'Hydroécologie, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, 1060 Tunis,

ملخص

مكنتنا هذه الدراسة من تحديد فترة التناسل والابيض لسماك البني (*Barbus callensis*) ، وتمتد هذه الفترة من النصف الثاني من شهر ماي الى اوائل جويلية. كما تتم هذه العملية بصفة متقطعة وتمتددة في الاوساط المائية القليلة العمق والحجرية القاع.

Résumé

L'analyse des variations de l'indice gonado-somatique (IGS) chez *Barbus callensis* a permis de situer la période de reproduction de ce poisson en Tunisie, qui s'étale entre la mi-mai et début juillet. L'examen des structures ovariennes a montré que la lignée ovocytaire est hétérogène et constituée de trois types d'ovocytes de formation asynchrone caractérisant une ponte fractionnée et plus ou moins étalée selon les conditions environnementales. Enfin,

B. callensis peut être classé dans le type des pondeurs lithophiles si l'on se réfère au faciès écologique de ses frères.

Mots clé : gonades, fraie, *Barbus callensis*, Tunisie.

Abstract

According to the variations of the gonado-somatic index (I.G.S.), the reproduction period of *Barbus callensis* extends from mid-May to early July. The ovaries contained three batches of asynchronous oocytes, resulting in a single and intermittent oviposition prolonged under climatic influence. Finally, *B. callensis* may be ranked among lithophilous spawners, according to the pebble and gravel substrate over which it spawns in flowing water.

Key-words : gonads, spawning, *Barbus callensis*, Tunisia.

I - INTRODUCTION

Au sein des populations, la croissance et la mortalité agissent sur des classes d'âge dont l'existence même et l'abondance initiale sont conditionnées par la reproduction.

La biologie de la reproduction des Barbeaux a été abordée d'une façon approfondie en Europe pour l'espèce *Barbus barbus*, et ce aussi bien en milieu naturel (Szabo, 1962 ; Philippart, 1977 ; Hancock, 1979) qu'en captivité (Philippart *et al.*, 1987 ; Poncin *et al.*, 1987).

De même, après l'étude démographique des populations de *Barbus callensis* de Tunisie (Kraïem *et al.*, 1986 ; Kraïem, 1989), nous abordons dans cette étude les principaux aspects biologiques de la reproduction chez ce poisson dans deux milieux différents, situés dans le nord de la Tunisie (Fig. 1) :

- l'oued Ghézala à l'ouest, un cours d'eau de montagne assez productif (Kraïem, 1986),
- sur la Mejerda, la retenue de Sidi Salem, le plus important réservoir tunisien qui connaît une eutrophisation croissante depuis la deuxième année de sa mise en eau.

De plus, à titre comparatif, plusieurs observations ponctuelles ont été effectuées au moment de la fraie dans d'autres milieux appartenant à différentes régions de l'aire biogéographique de *B. callensis* en Tunisie (Kraïem, 1983).

Le présent article se limitera à l'étude de la chronologie de la reproduction chez *B. callensis*, du cycle de développement de ses gonades et de quelques aspects de son comportement reproducteur. L'étude de l'âge et de la taille de la maturité sexuelle, du sex-ratio et de la fécondité fera l'objet d'un prochain article.

II - MATERIEL ET METHODES

Les Barbeaux ont été capturés au cours de 1989-1990, à divers moments de leur cycle reproducteur, par pêche électrique dans l'oued Ghézala et aux filets maillants dans la retenue de Sidi Salem, dans ce dernier milieu la pêche électrique est impraticable à cause de la conductivité élevée de ses eaux.

Des échantillons d'une cinquantaine d'individus des deux sexes, de longueur totale comprise entre 10 et 45 cm, ont été disséqués pour chaque prélèvement (Tableau 1). Les ovaires ont été pesés frais à 0,1 g près. L'indice gonado-somatique (I.G.S. = poids de la gonade x 100 / poids total du corps) a été calculé pour les deux sexes et comparés statistiquement à l'aide du test (t) de Student.

Des échantillons d'ovaires prélevés en période de reproduction ont été conservés dans une solution de liquide de Gilson ou une solution de Bouin de Hollande, respectivement en vue des études biométriques et histologiques.

Les ovaires du Barbeau contiennent une masse d'ovocytes qui se distinguent sans problème et peuvent être comptés et mesurés sans équivoque sous la loupe binoculaire munie d'un micromètre

oculaire. L'analyse biométrique a porté sur l'examen d'une dizaine d'ovaires de barbeaux mûrs de taille comprise entre 28 et 45 cm.

La technique utilisée pour les coupes histologiques est classique, elle fait appel à une double coloration (hématoxyline-éosine). Pour cette analyse une trentaine d'échantillons ont été examinés, à raison de trois échantillons par ovaire prélevés dans des régions différentes (deux aux extrémités et un au milieu de l'ovaire).

Afin de déterminer les conditions écologiques de la fraie et d'établir les principales caractéristiques des frayères, un contrôle a été suivi durant 4 ans (de 1984 à 1987) dans différents oueds. Celui-ci commence depuis la fin mars jusqu'à début août. A chaque découverte de produits de ponte (oeufs ou jeunes alevins), nous avons relevé les paramètres physico-chimiques et morphodynamiques essentiels de la zone correspondante qui peut être considérée comme une éventuelle frayère.

III - RESULTATS

Chronologie de la reproduction

Les observations sur le terrain, les enquêtes auprès des pêcheurs professionnels et les analyses d'échantillons de gonades prélevées au cours de nos pêches montrent que *Barbus callensis* se reproduit en général entre la mi-mai et début juillet. Ceci s'illustre bien, par les variations mensuelles de l'indice gonado-somatique (I.G.S), enregistrées au cours de 1989-1990, dans l'oued Ghézala et dans la Mejerda à Sidi Salem.

Le tableau 2 et la figure 2 montrent que l'indice gonado-somatique est maximum en avril à Sidi Salem et en mai dans l'oued Ghézala, ce qui correspond au stade de développement maximum des gonades : c'est la période de pré-ponte. Cet indice chute brusquement en juin et progressivement de juillet à août : c'est la période de ponte proprement dite. Dès la mi-juillet les gonades commencent à être totalement vides et baisser remarquablement de poids : c'est la période post-ponte.

Par ailleurs, on note une chute plus précoce de l'I.G.S. (Fig. 2) chez les barbeaux de Sidi Salem (avril-mai) par rapport à ceux de l'O. Ghézala (mai-juin) et ceci pour les deux sexes. Cette chute se remarque de façon plus nette chez les mâles. Ceci traduit donc une précocité de la ponte des poissons de la retenue de Sidi Salem.

Cycle de développement des gonades

1- Examen macroscopique

L'observation des gonades à l'oeil nu a permis de distinguer chez *B. callensis* de Tunisie six stades de maturation :

- le stade I est caractérisé par des gonades fines et transparentes. Leur section transversale mesure 2 à 3 mm de diamètre : à ce stade, la distinction entre testicules et ovaires est difficile.

- le stade II présente des gonades mâles et femelles sous forme de filament de couleur blanche avec apparition d'un fin vaisseau sanguin qui longe la gonade. La distinction entre les deux sexes n'est toujours pas possible à l'œil nu.

- à partir du stade III, les testicules et les ovaires se distinguent à l'œil nu. Les testicules présentent un aspect lisse et ont une couleur blanchâtre : leur section transversale est triangulaire et la vascularisation devient importante. Les ovaires ont un aspect granulaire et une couleur rosée : leur section transversale est circulaire et les ovocytes sont visibles à l'œil nu.

- au stade IV, on assiste à un accroissement de la taille des gonades qui occupent presque la totalité de la cavité générale. Les ovaires ont une couleur jaunâtre, alors que les testicules sont d'un blanc laiteux : ils présentent tous deux un aspect très vascularisé : c'est la période de pré-ponte.

- le stade V correspond à une occupation totale de la cavité générale par les gonades, celles-ci atteignent un poids maximum (7 à 10% du poids corporel). La pression manuelle du ventre des individus ayant atteint ce stade provoque l'expulsion des oeufs chez la femelle et l'écoulement de la laitance chez le mâle. C'est la période de ponte.

- enfin au stade VI ou post-ponte, les gonades, quasiment vides, présentent un aspect tubulaire flasque et une couleur rouge.

Après le stade VI, les gonades retrouvent l'aspect du stade III. Ainsi, entre deux fraies successives, les gonades passent par les stades III, IV, V et VI : les stades I et II étant des stades juvéniles.

2- Examen microscopique

L'étude microscopique a été limitée au seul examen de la structure ovarienne et ceci aussi bien "in toto" (Fig. 3) que sur coupes histologiques (Fig. 4). Elle montre que les ovaires contiennent avant la ponte, trois types d'ovocytes. D'abord de très petits ovocytes ovales (type I), pourvus d'un gros noyau et contenant peu de nucléoles (Fig. 4a), ce sont des ovocytes primordiaux (Kestemont, 1987 ; Poncin, 1988). Des ovocytes plus volumineux ronds avec de nombreux nucléoles périphériques, et un cytoplasme présentant des vésicules vitellines organisées en une couronne périphérique, sont des ovocytes intermédiaires (Fig. 4b et 4c), toujours transparents et qui atteindront le stade définitif de maturation plus tardivement (type II). Enfin de gros ovocytes mûrs (type III), présentent des globules de vitellus autour du noyau repoussant les vésicules vitellines à la périphérie du cytoplasme (Malservisi et Magnin, 1968) ; ils sont jaunâtres et opaques (Fig. 4d). Ensuite, ces ovocytes se chargent d'eau et présentent une taille maximale : ceux destinés à être pondus sous peu ont un noyau excentrique et leur aspect extérieur redevient transparent, ce sont les ovules (Fig. 4e).

Cette structure ovarienne chez le Barbeau, caractérise une ovogenèse asynchrone, c'est à dire que la maturation des ovocytes est progressive et qu'une même femelle effectue plusieurs actes de ponte à un certain nombre de jours d'intervalle.

Les ovocytes mûrs représentent environ 75% du poids total des ovaires. Au stade post-ponte, l'étude histologique révèle la présence de follicules vides ou atrésiques et d'un tissu de soutien réduit. En effet, les ovocytes mûrs non pondus et les tissus ovariens de soutien subissent une résorption progressive. Ceci amène les ovaires à un développement pondéral minimum en août-septembre (Fig. 2). Après la ponte la structure ovarienne devient bimodale.

L'étalement de la ponte se marquerait également à l'échelle de la population par l'existence de groupes de femelles dont les ovaires arrivent à maturité à différents moments de la période de reproduction, les ovocytes n'étant pas au même stade de maturité.

3 - Effet de la température sur la périodicité de la reproduction

Il est certain que la température de l'eau joue un rôle déterminant sur le déclenchement de la ponte (Poncin *et al.*, 1987), lequel se produit chez *Barbus callensis* de Tunisie, au dessus d'un seuil minimum de 20 °C, d'après nos enquêtes et observations sur le terrain (Tableau 3).

D'autre part, le tableau 3 montre que les populations de l'extrême nord-ouest, vivant dans des eaux plus fraîches, présentent toujours les pontes les plus tardives. Lors de nos différentes campagnes d'été, nous y avons souvent rencontré une grande proportion de femelles pleines en début juillet. Ainsi, le gradient thermique qui existe entre les eaux du nord et du centre, révèle une certaine chronologie dans la reproduction des différentes populations de barbeaux. Par ailleurs, l'élévation de la température enregistrée dans le pays entre 1988 et 1989, a avancé la période de ponte des barbeaux de la Mejerda à Sidi Salem, de l'oued Sejnane et de l'oued Siliana, qui ont commencé à frayer dès la fin avril et début mai.

Comportement reproducteur et description des frayères

1 - Ethologie de la reproduction

Compte tenu des difficultés d'observation sur le terrain, les aspects strictement éthologiques de la reproduction ont été décrits grâce aux enquêtes menées auprès des pêcheurs professionnels. Les renseignements fournis révèlent que la densité des barbeaux s'élève, à un certain moment de l'année, dans certaines zones du plan d'eau, correspondant sans doute à des frayères. Ceci est dû à des migrations par bancs de plusieurs dizaines d'individus qui commencent dès le début du printemps, ce qui provoque une certaine agitation dans ces endroits. Hancock *et al.* (1976) ont observé le même phénomène chez *Barbus barbus* en Angleterre, ils mettent en évidence une stratégie de reproduction très élaborée (ségrégation spatiale des deux sexes, femelle fécondée en plusieurs étapes successives par différents groupes de mâles).

2 - Caractéristiques écologiques des frayères

Au cours de nos explorations sur le terrain, nous avons pu découvrir trois zones de frayères : une sur l'oued Ghézala, une dans l'oued Sejnane et la dernière dans l'oued Nabhana. Dans les trois milieux les frayères présentent, pratiquement les mêmes caractéristiques suivantes :

- substratum de graviers et de cailloux (de 0.5 à 20 mm de diamètre)
- profondeur faible (20-40 cm) souvent près des rives.
- eau claire,
- vitesse du courant moyenne à rapide,
- oxygénation proche de la saturation .

Ces conditions ne sont pas toujours réunies à différents endroits du cours d'eau, ce qui explique les migrations de faible amplitude des barbeaux matures vers les plus proches frayères favorables, ainsi que l'a décrit Philippart (1977) pour *B. barbus*.

IV - CONCLUSIONS ET DISCUSSION

L'analyse des variations saisonnières du rapport gonado-somatique et du coefficient de condition relatif moyen a permis de déterminer la période de reproduction de *B. callensis* ; celle-ci s'étale entre la mi-mai et début juillet.

L'examen biométrique et histologique des ovaires de *B. callensis* met en évidence une certaine correspondance illustrée par les trois lignées ovocytaires présentes dans l'ovaire juste avant la ponte. Ce type de structure ovarienne implique une évolution asynchrone de l'ovaire et par conséquent une ponte fractionnée ou des pontes multiples.

Ces résultats rejoignent ceux obtenus par Libosvsky et Sterba (1981) concernant les barbeaux de Tchécoslovaquie qui sont capables de déposer plusieurs lots d'oeufs au cours d'une saison de reproduction. Ces auteurs classent les Barbeaux dans la catégorie des pondeurs "intermittents".

La structure ovarienne trimodale de *B. callensis* rappelle celle de *B. barbus* d'Europe (Philippart, 1977 et Hancock, 1979). Cette structure devient bimodale après la ponte.

Par ailleurs, le déclenchement et la durée de la ponte semblent être sous contrôle de facteurs environnementaux telle que la température comme c'est le cas, en général, chez les poissons des zones tempérées (Morawska, 1981). En effet, le décalage entre les pontes des différentes populations considérées dans cette étude peut être expliqué par celui observé entre les températures de leurs milieux : les populations de *B. callensis* vivant dans des eaux plus chaudes présentent des pontes plus précoces. La spermiation des mâles et la ponte des femelles de *B. callensis* de Tunisie sont fortement influencées par l'élévation printanière de la température. Elles débutent en mai, quand celle-ci atteint 19-21 °C.

D'autres facteurs écologiques autres que la température sont susceptibles de contrôler la reproduction des poissons, il s'agit notamment de la photopériode (Billard, 1979) et de la nourriture disponible dans le milieu (Melard, 1986). Ainsi, le décalage marquant la précocité de la fraie chez les barbeaux du réservoir de Sidi Salem par rapport à ceux de l'oued Ghézala, peut être expliqué par la stabilité des conditions écologiques du premier milieu (essentiellement la température, l'éclairement, l'hydrologie, la nourriture...). Ces conditions sont, par contre, souvent perturbées dans les oueds, et par suite les processus biologiques et physiologiques de la reproduction de la faune aquatique et plus particulièrement les poissons, s'y trouvent inhibés.

Le comportement reproducteur de *B. callensis* semble rappeler celui de *B. barbus* d'Europe où la femelle se fait "courtiser" par plusieurs mâles (3 ou plus) qui participent tous à la fécondation des oeufs pondus par celle-ci.

Enfin, compte tenu des caractéristiques physiographiques de ses frayères, *B. callensis* appartient à la catégorie des pondeurs lithophiles (Balon, 1975), dont les oeufs et les alevins exigent des eaux claires et saturées en oxygène.

LEGENDES DES FIGURES

Fig. 1 :

- Cours d'eau prospectés et localisation des stations d'étude.
- Prospected streams and location of study sites.

Fig. 2 :

- Variations mensuelles de l'Indice Gonado-Somatique (I.G.S.) des Barbeaux dans le réservoir de Sidi Salem et dans l'oued Ghézala.
- Monthly variations of the gonado-somatic index (I.G.S.) of barbels in Sidi Salem reservoir and in oued Ghezala.

Fig. 3 :

- Structure ovarienne de *Barbus callensis* avant la ponte (femelle mature), définie par la distribution de la fréquence des diamètres des gamètes.
(I = ovocytes primordiaux, II = ovocytes intermédiaires qui seront mûrs plus tard après la première émission, III = ovocytes mûrs qui seront pondus sous peu).
- Ovarian structure of *B. callensis* before the spawning (female mature), illustrated by the ova diameter frequency distribution.
(I = primordial oocytes, II = intermediate oocytes which will be mature later subsequently to the first spawning, III = mature oocytes ready to be spawned).

Fig. 4 :

- Différents types d'ovocytes observés au niveau d'une coupe transversale d'un ovaire de *B. callensis* mûr avant la ponte.
- Different oocyte types observed on a cross section of mature *B. callensis* ovary before spawning.

TABLEAUX

Table 1 : - Composition of the different examined samples of *B. callensis*, captured in 1989-1990, in Sidi Salem reservoir and oued Ghezala.

Table 2 : - Monthly variations of the gonado-somatic index (I.G.S.) of barbels in Sidi Salem reservoir and in oued Ghezala (with t test).

Table 3 : - Aproximative dates of the beginning of the barbel spawning related in several oueds, with respective water temperature.

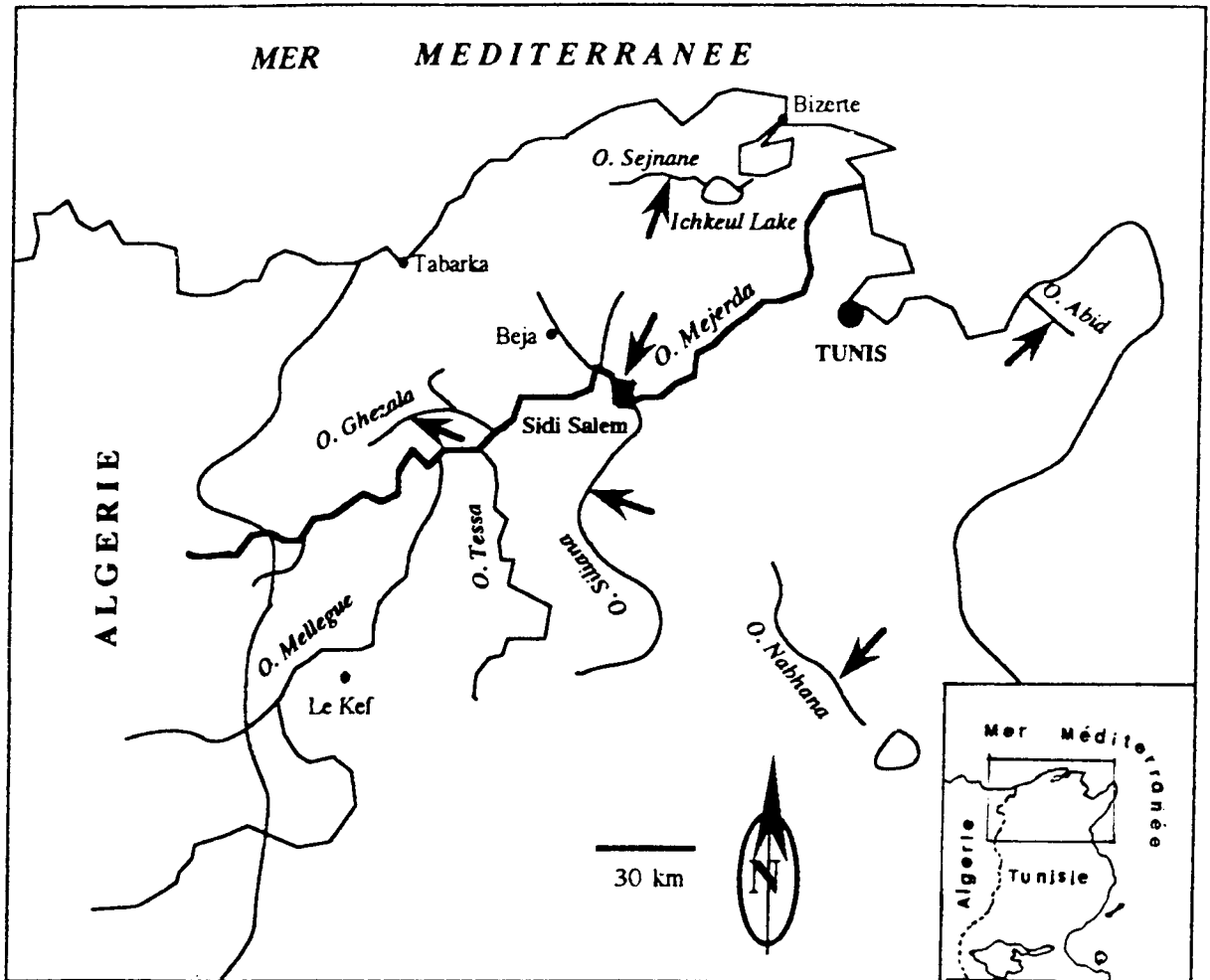


Fig. 1 :

- Cours d'eau prospectés et localisation des stations d'étude.
- Prospected streams and location of study sites.

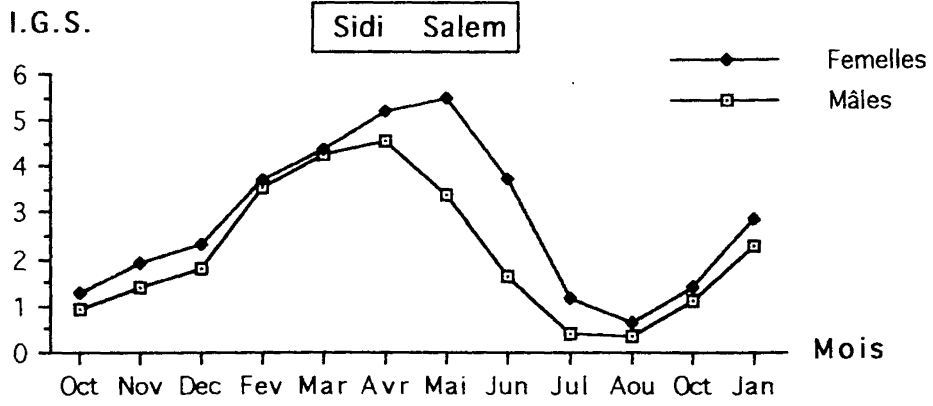


Fig. 2

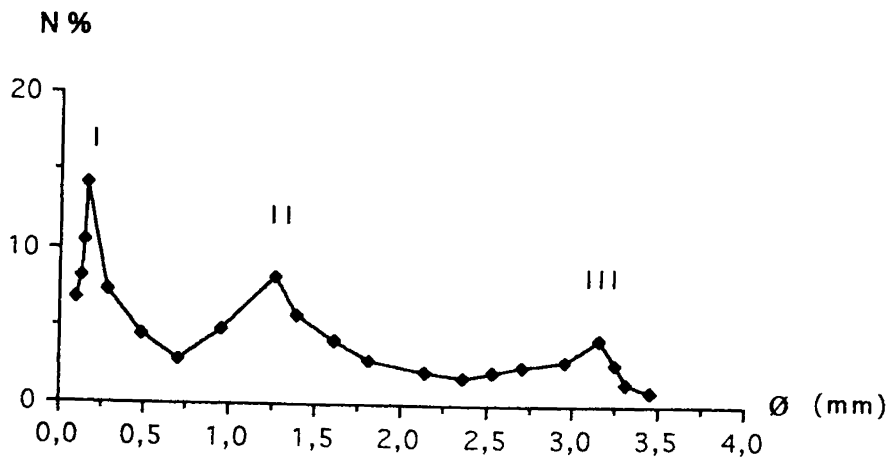
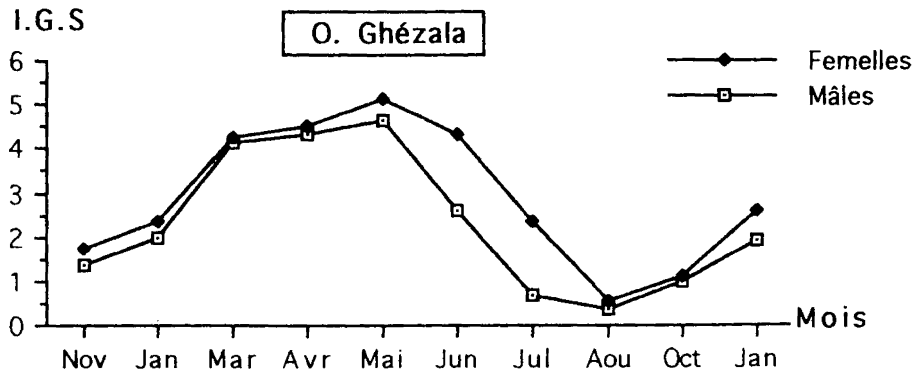


Fig. 3

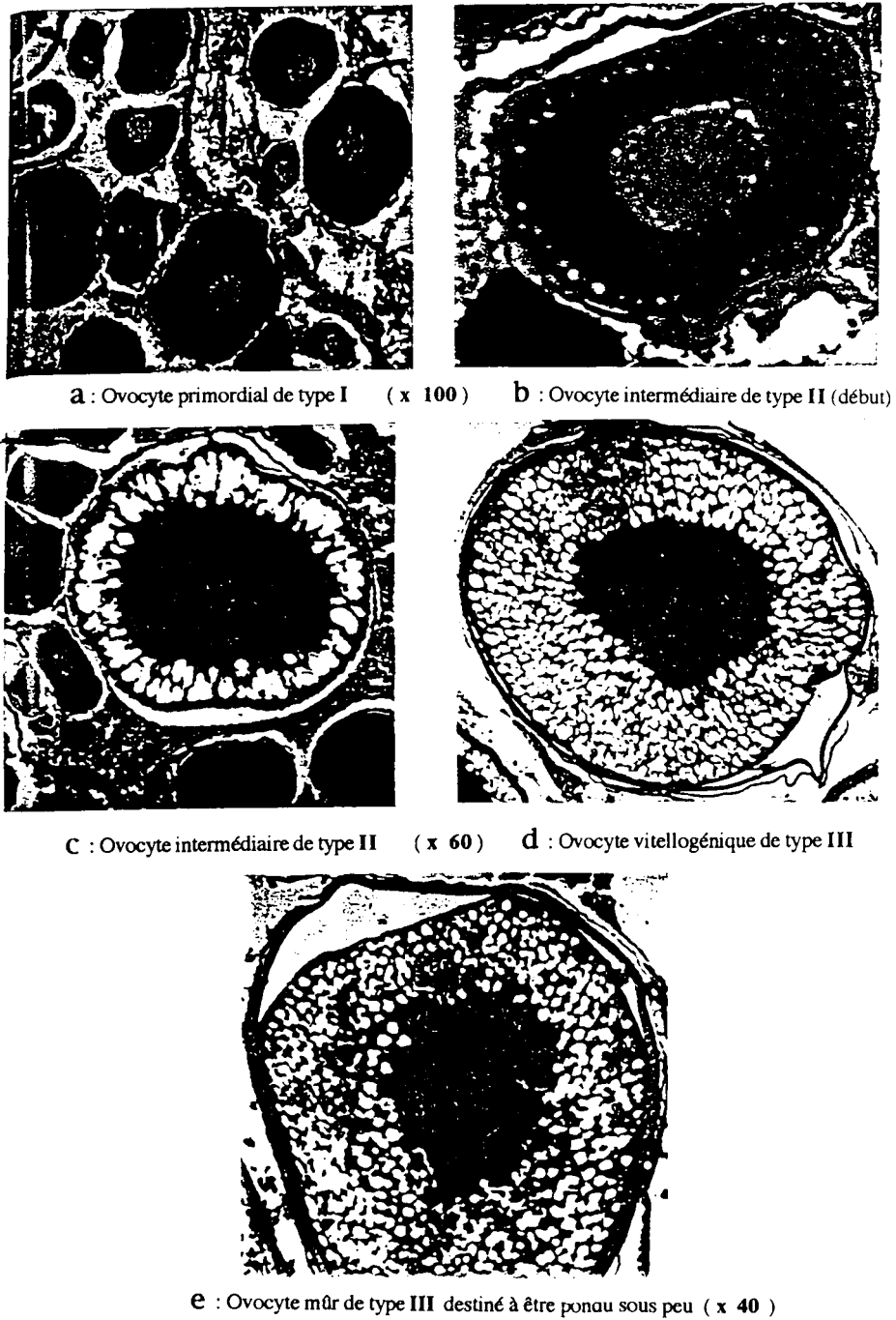


Fig. 4 :

- Différents types d'ovocytes observés au niveau d'une coupe transversale d'un ovaire de *B. callensis* mûr avant la ponte.

- Different oocyte types observed on a cross section of mature *B. callensis* ovary before spawning.

Tableau 1 : - Composition des différents échantillons de *Barbus callensis* examinés, provenant de Sidi salem et de l'oued Ghézala en 1989/90.

Milieu	SIDI SALEM			Oued GHEZALA		
Mois	Mâles	Femelles	Total	Mâles	Femelles	Total
OCTOBRE	28	21	49	-	-	-
NOVEMBRE	30	18	48	31	16	47
DECEMBRE	26	20	46	-	-	-
JANVIER	-	-	-	27	19	46
FEVRIER	29	23	52	-	-	-
MARS	27	24	51	29	24	53
AVRIL	25	26	51	27	25	52
MAI	26	28	54	31	23	54
JUIN	27	25	52	28	25	53
JUILLET	24	27	51	30	26	56
AOUT	28	25	53	28	24	52
OCTOBRE	31	22	53	31	20	51
JANVIER	-	-	-	29	18	47

Tableau 2 : - Variations mensuelles de l'Indice Gonadosomatique (I.G.S.) des Barbeaux mâles (M) et femelles (F) à Sidi Salem et dans l'oued Ghézala en 1989/90 ; avec test t.
(*) : différence significative à 95%.

Mois	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Oct	Jan
Populations													
M	0,96	1,4	1,83	-	3,54	4,28	4,56	3,38	1,63	0,41	0,36	1,12	2,29
Sidi Salem							*	*	*	*			
F	1,28	1,9	2,34	-	3,7	4,35	5,16	5,49	3,74	1,18	0,65	1,37	2,86
M	-	1,34	-	1,98	-	4,15	4,32	4,67	2,59	0,66	0,37	0,98	1,92
O. Ghézala								*	*	*			
F	-	1,76	-	2,35	-	4,28	4,51	5,12	4,34	2,36	0,58	1,14	2,57

Tableau 3 : - Dates approximatives de début de ponte du Barbeau constatées dans certains oueds, avec les températures de l'eau correspondantes.

Cours d'eau	Dates	T °C
O. Ghézala	3-Juin-84	21,3
O. Sejnane	19-Mai-86	20,9
O. Mejerda (Sidi Salem)	24-Mai-86	21,1
O. Abid	12-Mai-87	20,6
O. Nabhana	16-Mai-87	20,8

BIBLIOGRAPHIE

- BALON E.K.**, 1975. - Reproductive guilds of fishes : a proposal and definition. J. Fish. Res. Bd Can., 32, (6) : 821-864.
- BILLARD R.**, 1979. - La gamétogenèse, le cycle sexuel et le contrôle de la reproduction chez les poissons téléostéens. Bull. Fr. Piscic., 273, (2) : 116-136.
- HANCOCK R.S.**, 1979. - The animal cycle of interovarian egg size and fecundity of the barbel *Barbus barbus* in the River Severn. Freshwat. Biol., 9 : 535-542.
- HANCOCK R.S., JONES J.W. & SHAW R.**, 1976. - A preliminary report on the spawning behaviour and nature of the sexual selection in the barbel *Barbus barbus* (L.). J. Fish Biol., 9, (1) : 21-28.
- KESTEMONT P.**, 1987 : - Etude du cycle reproducteur du goujon, *Gobio gobio* L. 1. Variations saisonnières dans l'histologie de l'ovaire. J. appl. Ichthyol., 3 : 145 - 157.
- KRAIEM M. M.**, 1983. - Les poissons d'eau douce de Tunisie. Inventaire commenté et répartition géographique. Bull. Inst. natnl scient. techn. Océanogr. Pêche Salammbô 10 : 107-124.
- KRAIEM M. M.**, 1986. - Contribution à l'étude hydrobiologique de trois cours d'eau du nord-ouest de la Tunisie : présentation, physico-chimie et aperçu faunistique. Bull. mens. Soc. linn., Lyon, 53, (3) : 96 - 104.
- KRAIEM M. M.**, 1989. - Etude comparée de la croissance de différentes populations de *Barbus callensis* Valenciennes 1842 (Pisces, Cyprinidae), de Tunisie. Cybium, 13, (4) : 365-374.
- KRAIEM M. M., BOUVET Y., PATTEE E. & H. PERSAT**, 1986. - Etude des populations de barbeaux, *Barbus callensis* Valenciennes 1842, dans trois cours d'eau du nord-ouest de la Tunisie. Arch. Hydrobiol., 107 : 411-422.
- LE CREN E.D.**, 1951. - The length-weight relationships and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch, *Perca fluviatilis*. J. Anim. Ecol., 20 : 201-218.
- LIBOSVARSKY J. & STERBA O.**, 1981. - Regressive processes in the oocytes of three cyprinids with intermittent spawning. Folia zoologica, 30 (3) : 241-248.
- MALSERVISI A. & MAGNIN E.**, 1968. - Changements cycliques annuels se produisant dans les ovaires de *Perca fluviatilis flavescens* dans la région de Montréal. Naturaliste Can. 95 : 929 - 945.

- MELARD C.**, 1986. - Recherche sur la biologie d'*Oreochromis niloticus* (L.) (Pisces, Cichlidae) en élevage expérimental : reproduction, croissance bioénergétique. Thèse Doct., Univ. Liège, 192 p.
- MORAWSKA B.**, 1981. - Effect of different thermal regimes on reproductive cycles of tench *Tinca tinca* (L.) Part V. Method of fecundity estimation. Pol. Arch. Hydrobiol., 28 : 217-227.
- PHILIPPART J.C.**, 1977. - Contribution à l'hydrobiologie de l'Ourthe. Dynamique des populations et production de quatre espèces de poissons Cyprinidae : *Barbus barbus* L., *Leuciscus cephalus* (L.), *Chondrostoma nasus* (L.) et *Leuciscus leuciscus* (L.). Thèse Doct., Univ. Liège, 225 p.
- PHILIPPART J.C., PONCIN P. & C MELARD .**, 1987. - La domestication du barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L.) (Cyprinidae) en vue de la production massive contrôlée d'alevins pour le repeuplement des rivières. Résultats et problèmes. In : Proc. World Symp. on Selection, Hybridization, and Genetic Engineering in Aquaculture, Berlin , vol. 1: 228-237.
- PONCIN P.**, 1988. - Le contrôle environnemental et hormonal de la reproduction en captivité du Barbeau et du Chevaine. Cah. Ethol. appl. , 8, (2) : 173-330.
- PONCIN P., MELARD C., & J.C. PHILIPPART**, 1987 . - Utilisation de la température et de la photopériode pour contrôler la maturation sexuelle en captivité de trois espèces de poissons Cyprinidés européens : *Barbus barbus* (L.), *Leuciscus cephalus* (L.) et *Tinca tinca* (L.). Résultats préliminaires. Bull. fr. Pêche Piscic., 304 : 1-12.
- SZABO S.**, 1962 : - Les conditions abiotiques de la reproduction du nase *Chondrostoma nasus* (L.) et du barbeau *Barbus barbus* L. Bull. Inst. Cerc. Pisc. 21, (1) : 46-60.